

Analisis kekuatan impak komposit serat batang pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*)

Muhammad Irwan¹, Neny Rasnyanti M Aras²

¹Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

²Program Studi Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng
Desa Nipa-nipa, Kec. Pajjukukang, Kab. Bantaeng, Sulawesi Selatan 92461

Email korespondensi: muh.irwan@akom-bantaeng.ac.id

Abstrak

Teknologi berwawasan lingkungan atau teknologi hijau saat ini menjadi fokus serius bagi negara-negara di seluruh dunia. Upaya pengembangan bahan-bahan ramah lingkungan merupakan salah satu prioritas, dan hal ini menjadi perhatian utama bagi para ahli yang terus melakukan kajian untuk mendukung kemajuan teknologi hijau ini. Kajian mengenai serat kulit batang pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) menjadi relevan. Serat ini telah mengalami perlakuan dengan NaOH dan kunyit, dan digunakan sebagai penguat dalam komposit atau dikombinasikan dengan resin epoksi. Kajian ini bertujuan untuk menguji sifat mekanisnya secara empiris dan diharapkan memberikan wawasan yang berharga terkait dengan penerapan teknologi hijau dan ramah lingkungan. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari beberapa perlakuan yang dilakukan, perlakuan-perlakuan tersebut mencakup perendaman serat dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam, pemanasan kunyit 20% hingga mencapai suhu 70-80°C yang didiamkan selama 2 jam, serta perendaman dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam yang diikuti dengan pemanasan kunyit 20% hingga mencapai suhu 70-80°C yang juga didiamkan selama 2 jam terhadap kekuatan bending komposit serat kulit batang pohon waru. Pengujian impak ini menggunakan ASTM 256, setelah dilakukan pengujian impak, didapatkan spesimen dengan perlakuan perendaman NaOH 5% selama 2 jam pada komposit serat kulit batang waru, menunjukkan hasil pengujian terbaik energi patah dengan nilai energi patah tertinggi mencapai 2,142 Joule, sedangkan untuk kekuatan impak terbaik didapatkan pada spesimen tanpa perlakuan dengan nilai 1,529 Joule/mm².

Kata kunci: komposit, uji impak, hibiscus tiliaceus.

Abstract

Environmental conscious technology, or green technology, has become a significant focus for countries worldwide. The development of environmentally friendly materials is a top priority, and it is a major concern for researchers who continue to conduct studies to support the advancement of green technology. Research on the Hibiscus tiliaceus tree bark fiber (known as 'waru' in Indonesian) has become relevant in this context. These fibers have undergone treatment with NaOH and turmeric and are utilized as reinforcements in composites or combined with epoxy resin. This study aims to empirically assess their mechanical properties and is expected to provide valuable insights into the application of green and environmentally friendly technology. The objective of this research is to identify the effects of various treatments. These treatments include immersing the fibers in a NaOH 5% solution for 2 hours, heating the turmeric in a 20% solution to a temperature of 70-80°C, followed by a 2-hour incubation, as well as immersing the fibers in a NaOH 5% solution for 2 hours, followed by heating the turmeric in a 20% solution to 70-80°C for another 2-hour period, with respect to the bending strength of the waru tree bark fiber composites. Impact testing is conducted using ASTM 256, and the results show that the best impact energy, with the highest fracture energy, is achieved with the specimen that underwent the NaOH 5% solution treatment for 2 hours, reaching 2.142 Joules. The best impact strength was observed in specimens without any treatment, with a value of 1.529 Joule/mm².

Keywords: composite, impact test, hibiscus tiliaceus.

1. Pendahuluan

Tantangan yang sedang dihadapi oleh para ahli saat ini adalah mendukung kemajuan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Salah satu pendekatannya adalah menggunakan teknologi komposit dengan serat alam, yang kini mendapat perhatian serius dan pengembangan dari berbagai negara di seluruh dunia [1]. Serat-serat alami dipilih dengan tujuan mencapai efisiensi yang tinggi untuk mendukung keberlanjutan dan kualitas hidup yang baik [2]. Penggunaan

material plastik sintesis telah merambah luas dalam berbagai aplikasi di seluruh dunia saat ini, bahkan telah menggantikan material lain seperti logam atau kaca sebagai bahan dasar untuk berbagai produk, termasuk kemasan makanan, minuman, peralatan dapur, furnitur, peralatan elektronik, peralatan kantor, dan banyak lagi [3].

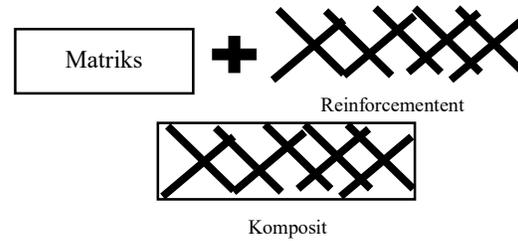
Komposit adalah sebuah jenis material yang dihasilkan melalui proses rekayasa, terbentuk dari campuran dua atau lebih bahan yang memiliki

karakteristik yang berbeda, baik dari segi sifat kimia maupun fisik. Meskipun berbeda, sifat-sifat bahan ini tetap terjaga dalam komposit akhir. Untuk mengikat bahan-bahan yang berbeda ini dengan kuat, seringkali diperlukan penambahan *wetting agent* [4].

Pohon waru merupakan tumbuhan yang kaya akan serat, terutama terdapat dalam kulit batangnya. Pohon waru mudah ditemukan di Indonesia karena pertumbuhannya yang cepat dan penyebarannya yang luas. Pohon waru biasanya memiliki tinggi sekitar 5 hingga 15 meter, dengan batang yang berwarna cokelat, berkayu, berbentuk bulat, bercabang, dan kayu terasnya relatif ringan namun cukup padat, memiliki tekstur yang halus, dan kekuatan yang cukup baik. Kayu waru ini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sebagai bahan bangunan, pembuatan perahu, perkakas, ukiran, serta kayu bakar. Serat yang berasal dari pohon waru diperoleh dari kulit batangnya. Setelah kulitnya dikupas dari batang, serat dapat diperoleh dengan merendamnya dan memukul-mukulnya, menghasilkan serat yang dikenal sebagai "lulup waru". Serat ini sangat baik untuk digunakan dalam berbagai aplikasi [5].

Dalam kajian ini, serat kulit batang pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) yang telah diolah dengan NaOH dan kunyit, akan digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit. Bahan ini akan dicampur dengan resin epoksi, dan kemudian sifat mekanisnya akan diuji secara empiris. Tujuannya adalah memberikan kontribusi terhadap penerapan teknologi yang ramah lingkungan dan berwawasan ekologi.

Untuk mencapai ikatan yang kuat antara matriks dan serat, modifikasi permukaan serat diperlukan. Modifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan kesesuaian antara serat alam dan matriks. Salah satu teknik yang digunakan adalah alkalisasi pada serat alam, di mana serat direndam dalam larutan basa alkali. Metode ini telah terbukti efektif dalam menghasilkan serat alam yang berkualitas tinggi [6]. Matriks dalam suatu komposit adalah fasa yang mendominasi dalam hal volume, di mana volume ini merupakan bagian terbesar. Matriks biasanya lebih lentur (*ductile*), namun memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah. Syarat utama bagi matriks yang digunakan dalam komposit adalah bahwa matriks harus mampu mengalirkan beban, sehingga serat harus mampu melekat pada matriks dan kompatibel satu sama lain, artinya tidak ada reaksi yang mengganggu antara serat dan matriks [7]. Gambar 1 berikut menunjukkan susunan komposit.



Gambar 1. Komposit.

Kunyit adalah istilah yang umum digunakan di Indonesia, meskipun namanya dapat bervariasi di berbagai daerah. Secara ilmiah, kunyit dikenal sebagai *kurkuma*. Di India, kunyit juga dikenal dengan nama *kurkuma* atau *turmerik*. Komponen yang memberikan warna kuning pada kunyit disebut *kurkuminoid*. Rimpang kunyit memiliki manfaat sebagai anti inflamasi, anti oksidan, anti mikroba, dan dapat meningkatkan fungsi pencernaan pada unggas [8].

Resin epoksi adalah jenis polimer termoset yang sering digunakan sebagai komponen dalam pembuatan komposit. Resin epoksi memiliki sejumlah keunggulan, termasuk ketahanan terhadap panas dan kelembaban, sifat mekanik yang baik, ketahanan terhadap zat kimia, sifat isolator, kemampuan perekat yang baik terhadap berbagai bahan, serta kemudahan dalam proses pengolahan [9].

2. Metode

Serat kulit batang pohon waru awalnya dibersihkan dengan mencucinya menggunakan air mengalir untuk menghilangkan getah yang menempel. Kemudian serat dikeringkan dengan cara mengangin-anginkannya sampai benar-benar kering. Selanjutnya, serat tersebut direndam dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam, lalu dipanaskan bersama campuran kunyit 20% dan air sebanyak 80% hingga mencapai suhu 70-80°C, dan dibiarkan selama 2 jam. Setelah tahap perendaman selesai, serat waru kembali dikeringkan dengan cara mengangin-anginkannya sampai kering, kemudian serat kulit batang pohon waru diatur dalam cetakan untuk pembuatan spesimen. Ukuran cetakan yang digunakan adalah 250 mm x 200 mm x 10 mm. Sebelum menuangkan resin epoksi, cetakan dilapisi dengan *wax mold release* atau kit motor/mobil untuk memudahkan pengambilan spesimen setelah proses pengeringan. Resin epoksi dicampur dengan *hardener* dalam perbandingan 50:50 sebelum dicurahkan ke dalam cetakan.

Setelah dicampur resin epoksi dengan *hardener* dalam perbandingan 50:50, proses berlanjut dengan menuangkan sebagian dari campuran resin ke dalam cetakan. Kemudian serat kulit batang pohon waru yang telah disusun, ditempatkan di atas resin. Sisa campuran resin dalam gelas ukur juga dituangkan ke dalam cetakan, sambil dipukul-pukul dengan sendok

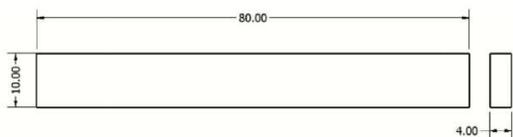
untuk memastikan campuran resin meresap sepenuhnya ke dalam serat. Setelah itu, cetakan ditutup dengan plat dan ditekan dengan alat penekan.

Proses pengeringan kemudian dilakukan hingga sepenuhnya kering, yang memakan waktu sekitar sepuluh jam. Setelah komposit benar-benar kering, komposit diambil dari cetakan menggunakan pisau atau cutter. Benda uji kemudian siap dipotong menjadi spesimen yang akan digunakan untuk pengujian impact. Setelah semua tahap tersebut selesai, data pengujian dikumpulkan dan hasilnya dibahas dalam bagian pembahasan. Selanjutnya, kesimpulan disusun sesuai dengan tujuan yang telah disusun.

Proses pengeringan dilakukan sampai benar-benar kering yaitu sekitar sepuluh jam. Proses pengambilan komposit dari cetakan yaitu menggunakan pisau ataupun cutter. Benda uji siap dipotong menjadi spesimen. Setelah itu dilakukan pengujian impact. Melakukan pengumpulan data dan membahas hasil pada pembahasan, kemudian menyiapkan kesimpulan sesuai dengan tujuan kajian.

3. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan spesimen komposit dilakukan untuk mengevaluasi sifat kekuatan impact dari material uji, dengan spesimen yang dihasilkan, mengikuti standar ASTM 256. Gambar spesimen uji impact komposit dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Spesimen uji impact standar ASTM 256 [10].

Besarnya tenaga untuk mematahkan batang uji dapat dihitung dengan Persamaan (1) dan Persamaan (2) berikut [10].

$$W = mxgxR(Cos\beta - Cos\alpha) \tag{1}$$

Persamaan (1) menunjukkan bahwa W adalah energi patah (J), m adalah berat pendulum (kg), g adalah percepatan gravitasi (m/s^2), R adalah jarak pendulum ke pusat rotasi (mm), B adalah sudut pendulum setelah menabrak benda uji ($^\circ$), dan a adalah sudut pendulum tanpa benda uji ($^\circ$).

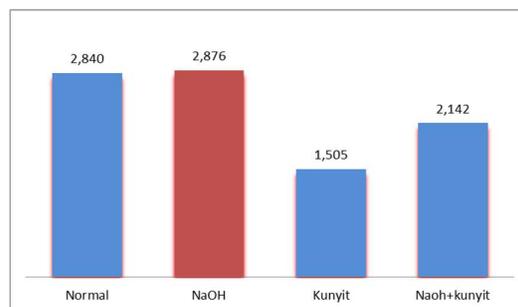
$$a = \frac{W}{axb} \tag{2}$$

Persamaan (2) menunjukkan bahwa a adalah kekuatan impact (J/mm^2), b adalah lebar spesimen (mm), d adalah tebal spesimen (mm), dan W adalah energi yang diserap spesimen (J). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

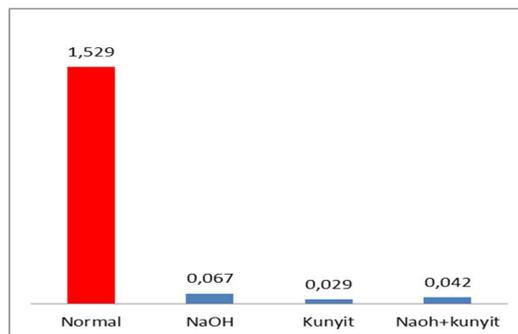
Tabel 1. Hasil perhitungan pengujian impact spesimen.

Kode Spesimen	Sudut Akhir (β)	Sudut awal (α)	W	a
Normal	138	160	2,840	1,529
NaOH	132	160	2,876	0,067
Kunyit	143	160	1,505	0,029
Naoh+kunyi	133	160	2,142	0,042

Gambar 3 di bawah ini menunjukkan energi patah yang telah dihasilkan, sedangkan Gambar 4 di bawah ini menunjukkan kekuatan impact spesimen.



Gambar 3. Energi patah dari hasil dari pengujian impact.



Gambar 3. Kekuatan impact spesimen.

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan bahwa spesimen dengan perlakuan perendaman NaOH 5% selama 2 jam pada komposit serat kulit batang waru (*Hibiscus tiliaceus*) menunjukkan hasil yang paling baik. Pada spesimen tersebut, nilai kekuatan impact terendah yang tercatat adalah sebesar 0,026 Joule/ mm^2 , yang menunjukkan bahwa komposit tersebut mampu menahan gaya impact dengan baik. Selain itu, nilai kekuatan impact tertinggi yang tercatat adalah sebesar 0,042 Joule/ mm^2 , menunjukkan tingkat kekuatan yang optimal pada material tersebut.

Selain kekuatan impact, spesimen dengan perlakuan perendaman NaOH 5% juga menunjukkan energi patah yang baik. Nilai energi patah terendah yang tercatat adalah sebesar 1,133 Joule, dan nilai energi patah tertinggi mencapai 2,142 Joule. Hal ini menunjukkan bahwa komposit tersebut memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap energi sebelum mengalami kegagalan struktural.

Dengan demikian, spesimen dengan perlakuan perendaman NaOH 5% selama 2 jam pada komposit serat kulit batang waru menunjukkan hasil pengujian terbaik dalam hal kekuatan impact dan energi patah. Hasil ini menunjukkan potensi penggunaan material ini dalam aplikasi yang membutuhkan ketahanan terhadap gaya impact dan kemampuan menyerap energi yang baik.

4. Kesimpulan

Spesimen dengan perlakuan perendaman NaOH 5% selama 2 jam pada komposit serat kulit batang waru menunjukkan hasil pengujian terbaik dalam hal kekuatan impact dan energi patah. Hasil ini menunjukkan potensi penggunaan material ini dalam aplikasi yang membutuhkan ketahanan terhadap gaya impact dan kemampuan menyerap energi yang baik.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Laboratorim Metalurgi Fisik, Universitas Hasanudin Makassar dan Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng.

Daftar Pustaka

- [1] Renreng Ilyas, "Kekuatan Tarik Komposit Serat Kelapa (Cocos Nucifera) Dengan Perlakuan Curcuma Domestica," vol. 6, no. 1, hal. 540–544, 2015.
- [2] H. A. Siregar, B. Umroh, D. Kurniadi, P. Studi, T. Mesin, dan U. M. Area, "Simulasi Kekuatan Mekanis Material Komposit Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Elemen Hingga Mechanical Strength Simulation Of Coconut Shell Composite Material Using Finite Element Method," vol. 3, no. 01, hal. 39–44, 2019.
- [3] A. Rianto dan S. Soeparman, "Karakterisasi Kekuatan Bending dan Hidrofobisitas Komposit Serat Kulit Waru (Hibiscus tiliaceus) Kontinyu Bermatrik Pati Ubi Kayu," vol. 2, no. 2, hal. 130–136, 2011.
- [4] N. Nurun, *Teknologi Material Komposit*. 2013.
- [5] S. M. B. R. Agung Prasetyo, Helmy Purwanto, "Pengaruh Waktu Perendaman Serat Kulit Pohon Waru (Hibiscus Tiliaceus) Pada Air Laut Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik," *Momentum*, vol. 12, No.2, hal. 42–47, 2016.
- [6] Maryanti, "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik," vol. 2, no. 2, hal. 123–129, 2011.

- [7] I. Mawardi, A. Rizal, J. T. Mesin, dan P. N. Lhokseumawe, "Kajian perlakuan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit epoksi serat sabut kelapa," vol. 15, 2017.
- [8] M. Amo, "Pengaruh penambahan kunyit (Curcuma domestica val)dalam ransum terhadap kualitas telur puyuh(Coturnix-coturnix japonica)," *J. Zootek*, vol. Vol.33 No., hal. 48–57, 2013.
- [9] A. K. Karo dan A. Handayani, "Aplikasi Resin Epoksi Sebagai Matriks Pada Pembuatan Komposit Magnetostriktif Terfenol-D Prosedur Pembuatan Komposit Terfenol-D-," hal. 115–119, 2007.
- [10] T. Molding dan E. Materials, "Standard Test Methods for," vol. 10, no. Reapproved 2018, hal. 1–20, 2019.